

Oggetto: progetto stampante solida per materiali ceramici

Punti da rispettare

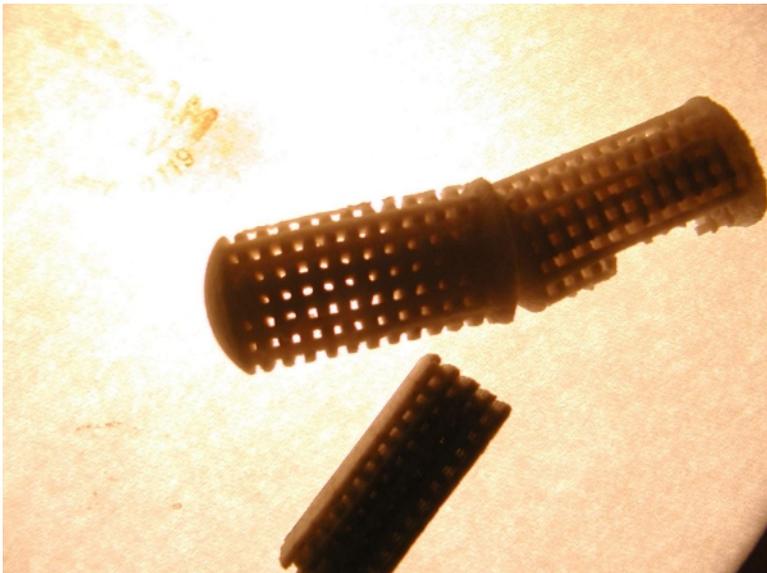
- 1) *apparato a controllo numerico per formare oggetti tridimensionali in materiali sinterizzabili ad alta temperatura***
- 2) *sviluppo matematico e dimostrazione sperimentale di algoritmo per la previsione dei ritiri in fase di sinterizzazione***
- 3) *processi di post trattamento per caratterizzazioni e finitura superficiale.***

Obiettivi commerciale e analisi di fattibilità

Prima di costruire questo progetto si sono eseguite prove preliminari per determinare le possibili soluzioni tecniche realmente praticabili.

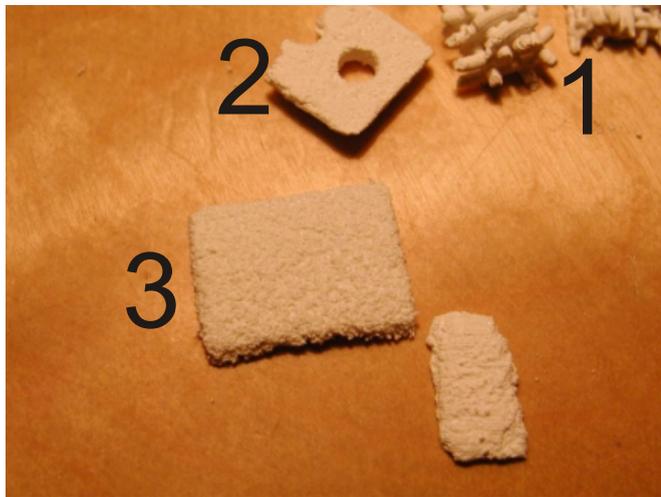
Questo progetto si propone di essere finanziato da contributi alla ricerca, in caso contrario si ricercheranno finanziatori fra piccole e medie industrie.

Di seguito vengono esposti sommariamente i dati raccolti, gli esperimenti effettuati e le conclusioni che determinano lo sviluppo del progetto.



In pratica ci si propone di formare oggetti ceramici con materiali e forme derivanti da disegno tridimensionale controllandone anche la porosità o reticolo interno e superficiale oltre ad una adeguata formatura sulla base delle esigenze meccaniche e di resistenza del pezzo.

Esempio di materiali non ceramici stampati con stampante solida come risultato di progettazione e disegno tridimensionale e stampa solida. Riuscire a realizzare questi o altri oggetti in forme e dimensioni disegnate via software e in materiali ceramici è l'obiettivo del progetto.

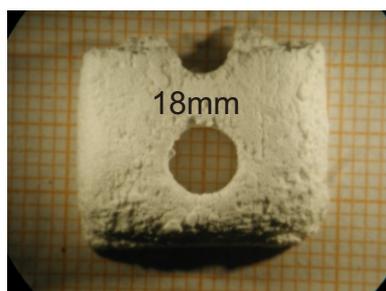
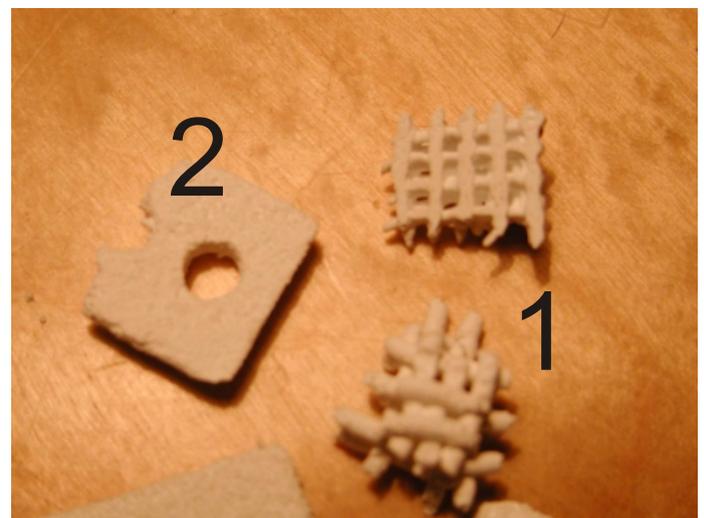


Esempi di stampa tridimensionale al crudo, utilizzando varie tecniche e vari materiali:

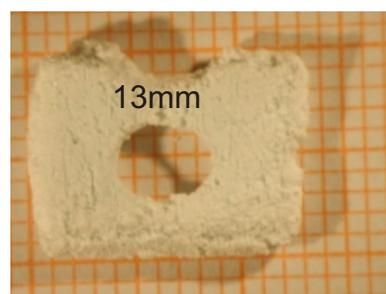
- 1) estrusione sovrapposta in idrossiapatite pura o miscelata a vari polimeri
- 2) stampa 3d di idrossiapatite e amido
- 3) stampa 3d di idrossiapatite e pva



Nella polvere di Ha e pva, il legante pva sparisce già a 200° a 1200° quello che resta è solo HA polverizzata

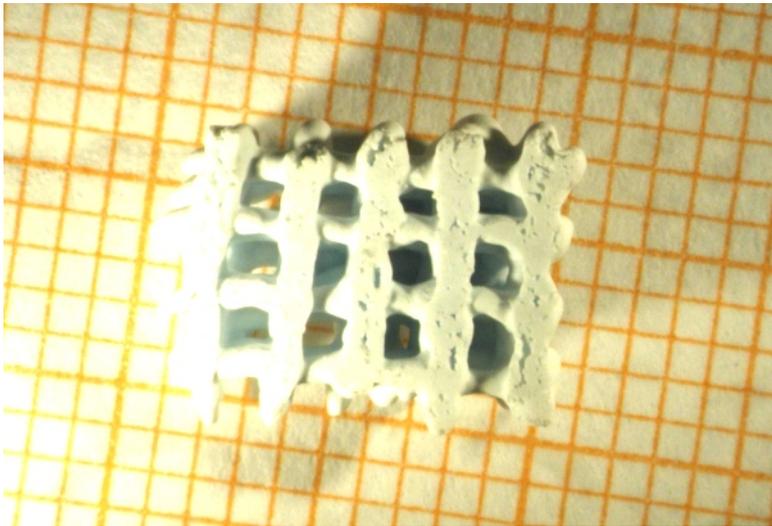


Ha + amido 50% crudo



Ha + amido 50% sinterizzato

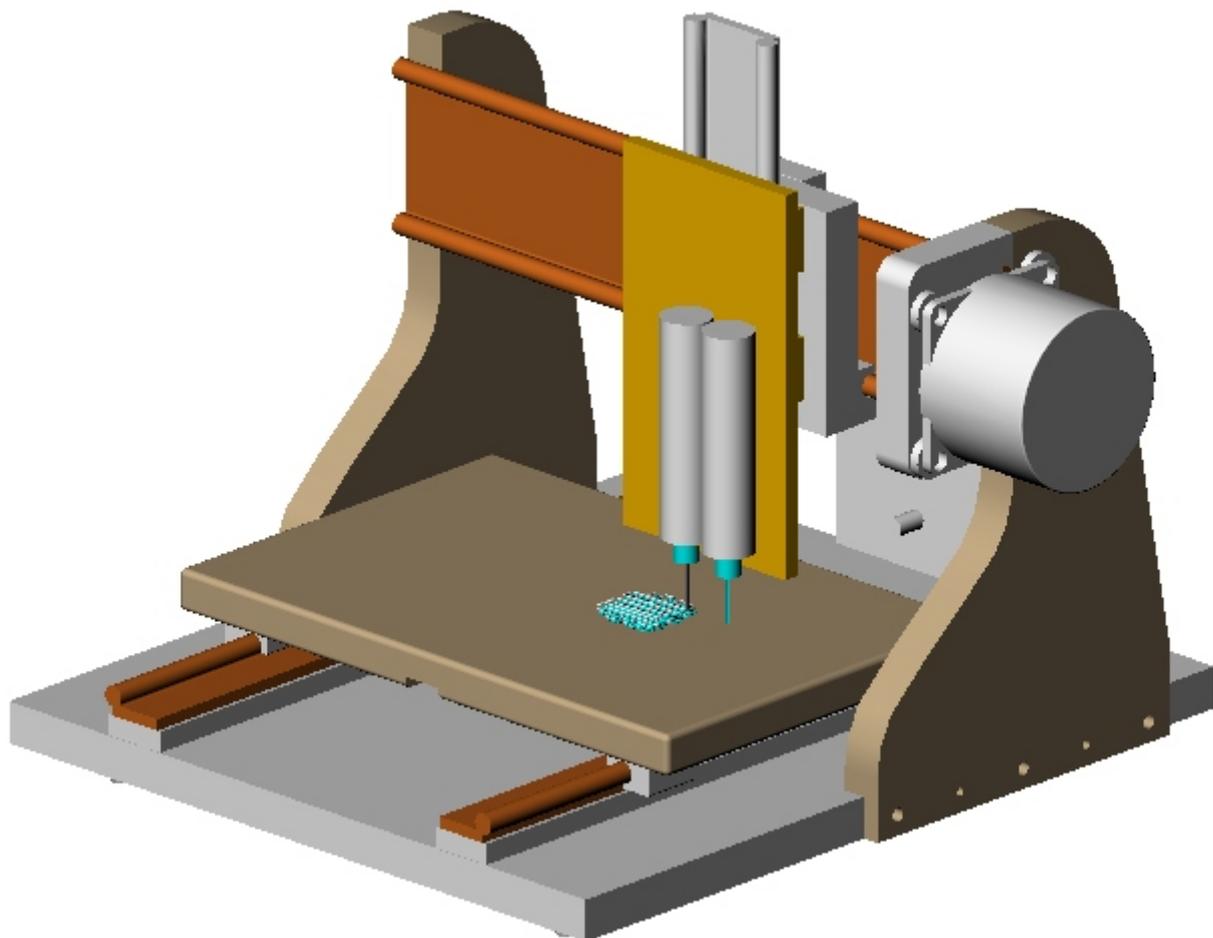
Si nota come apparentemente l'amido si comporta meglio alla cottura. Se non che i reticoli di ha e pva non si sono polverizzati come le piastrine di pva in granuli e ha, questo fa pensare che la polverizzazione delle piastrine derivi dalla eccessiva granulosità del pva, mentre se sciolto in ha si comporta meglio resta solo da determinare la giusta percentuale.



Si nota come il reticolo in idrossiapatite pura sia correttamente sinterizzato.

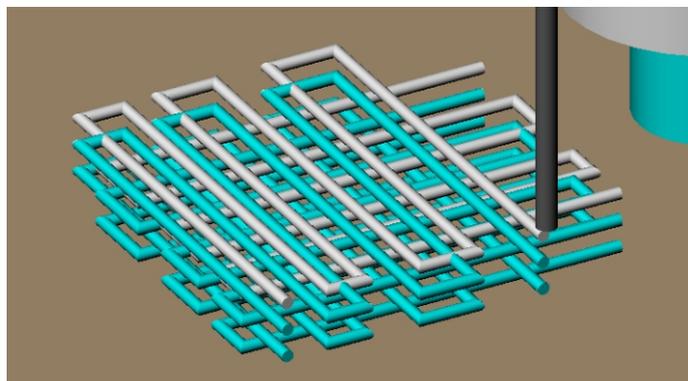
Questo fa presupporre la formatura di pezzi seguendo questa tecnica sia ad alta percentuale di successo.

Ne seguirà un progetto di macchina adeguato



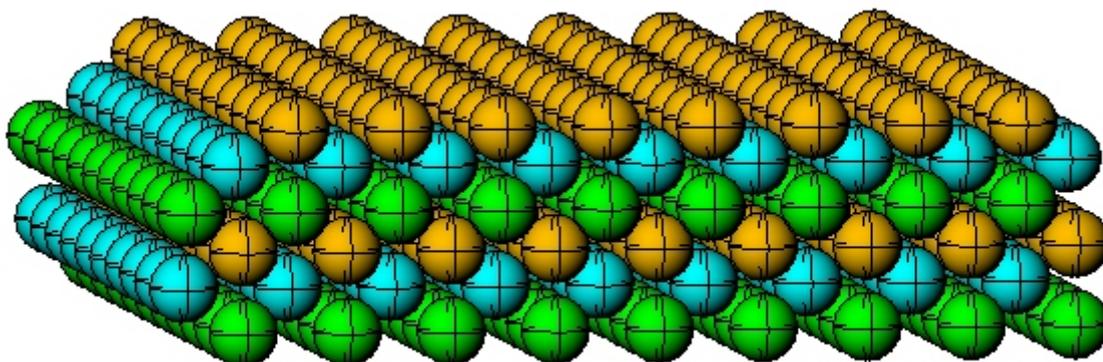
Dalla esperienza di formatura a sovrapposizione di filo estruso si deriva una macchina a controllo numerico come quella sopra esposta:

Due o più componenti possono venire estruse ed adeguatamente disposte nello spazio al fine di ottimizzare le caratteristiche del prodotto finale, inserendo polimeri o materiali ceramici con diverse caratteristiche

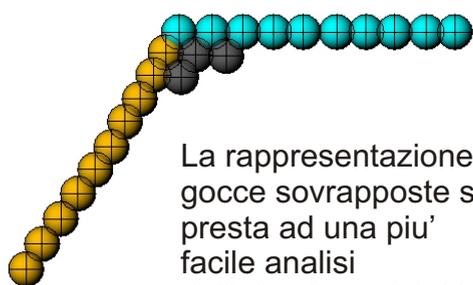


I percorsi ed i materiali estrusi determineranno la forma e le linee di forza dell'oggetto finito con adeguate quantità di materiale nei punti desiderati e porosità controllata.

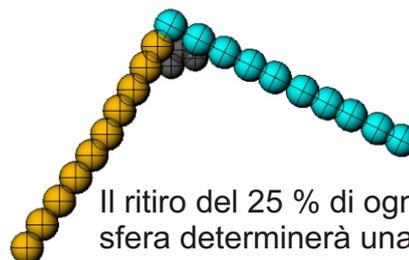
Studio degli algoritmi di ritiro



Con l'utilizzo della tecnica sopra esposta si può formare un solido a porosità variabile sovrapponendo un numero adeguato di sfere opportunamente predisposte



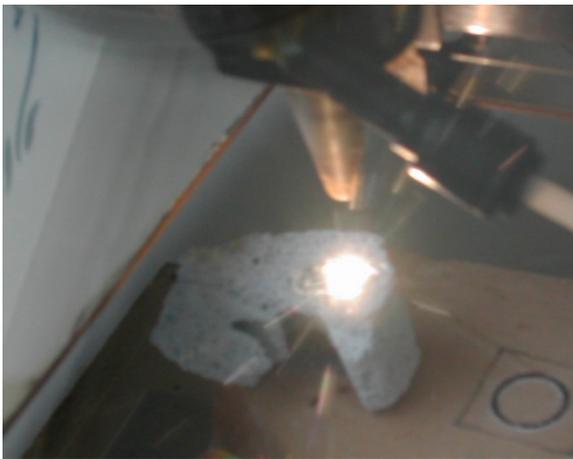
La rappresentazione a gocce sovrapposte si presta ad una più facile analisi dell'algoritmo dei ritiri. Immaginiamo una serie di gocce così disposte



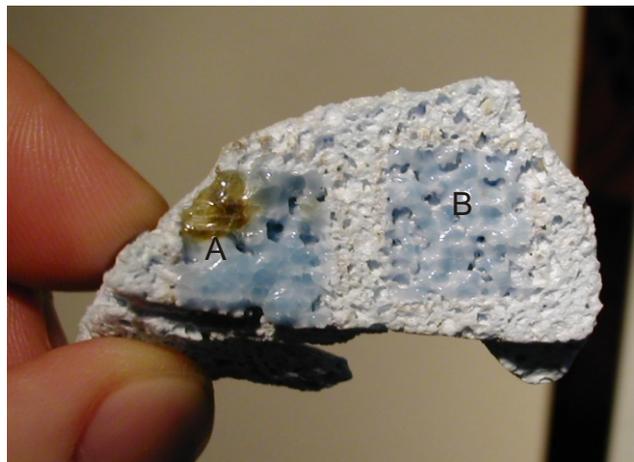
Il ritiro del 25 % di ogni singola sfera determinerà una diminuzione delle dimensioni del pezzo ed una chiusura dell'angolo di allineamento delle sfere. Perché le tre sfere grigie causano una acutizzazione dell'angolo

Il software di disposizione materiale dovrà tenere conto di tutte queste variabili al fine di stampare in crudo il materiale di forma adeguata al risultato che si vuole ottenere dopo la cottura

Per aggirare i problemi del ritiro basterebbe sinterizzare l'ha direttamente punto per punto. Si sono quindi effettuate adeguate esperienze.



La prima prova è stata esporre IHA ad un fascio laser a potenza controllata



Esempio di idrossiapatite sinterizzata con laser.

Il processo di fusione è stato fatto in maniera grossolana senza controllare le temperature al solo scopo di determinare se e come si comporta hA porosa alla luce laser.

La zona a è stata sottoposta a luce laser con potenza doppia rispetto la zona b



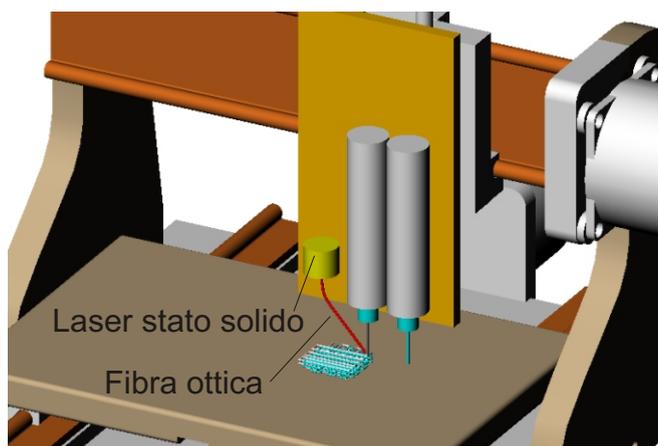
Il nostro dubbio sulla sinterizzazione laser era che HA potesse ossidarsi producendo una sinterizzazione simile al campione qui a lato. Detto dubbio è stato completamente fugato, ora sappiamo che è possibile sinterizzare con laser l'HA

Abbiamo quindi tentato la sinterizzazione di polivere di Ha



La sinterizzazione ha avuto successo in parte.

Il materiale si sinterizza e si unisce a pallina, il ritiro generato in fase di sinterizzazione fa sì che ogni singola pallina sia separata dalle altre



Sovrapponendo le palline e sinterizzando di nuovo il materiale si formano palline via piu' consistenti
Si presuppone quindi che con una vovrapposizione stratificata e controllta via software si possa giungere alla creazione di solidi tramite sinterizzazione laser di HA.

Non va comunque sottovalutato il risultato raggiunto di fusione superfici in HA , in quanto si potrà caratterizzare HA e renderne piu' o meno resistente o porosa la superficie in zone predeterminate, tramite un post trattamento laser delle superfici sottoposte ad usura o a sfregamento

La formatura per estrusione con due o piu' materiali si puo' adattare a formare pezzi in materiale ceramico o polimerico.

I reticoli ed i materiali ottenuti possono avere le piu' disparate applicazioni attendo dagli specialisti del CNR idee e possibili applicazioni commerciali.

Una ulteriore applicazione per evitare i problemi del ritiro sarebbe quella di integrare un laser allo stao solido con fibra ottica per sinterizzare il materiale appena estruso dalla siringa.

L'istituto di fisica del cnr di firenze è stato da mè interpellato per fare ulteriori prove.

Tutte le esperienze fin qui fatte sono state portate avanti con fondi personal nell'arco di circa un mese di lavoro.

Contiamo sulla vostra discrezione per la diffusione di questo documento.

Riteniamo che le esperienze , e i risultati ottenuti diano una chiara indicazione di alta possibilità di successo per il progetto in questione.

Attendendo vostre impressioni

Cordiali saluti
Moretti Massimo